

ОДНОКАНАЛЬНЫЙ АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННОЙ
АНАЛИЗАТОР

Л. М. АНАНЬЕВ, В. М. СУСТАВИН, М. М. ШТЕЙН

(Представлена научным семинаром кафедры промышленной электроники)

В радиотехнической практике и при физических экспериментах большое распространение находят различные анализаторы параметров импульсов. Многие из серийных анализаторов обладают большой универсальностью и обеспечивают решение разнообразных задач при исследовании характеристик сигналов, однако в большинстве своем являются сложными и громоздкими устройствами.

Для решения некоторого круга специальных задач могут найти применение более простые, а следовательно, более надежные приборы. Одним из таких приборов является описанный ниже одноканальный дифференциальный анализатор амплитуд и длительностей импульсов.

Он построен на принципе амплитудно-временного преобразования и сравнения по длительности полученного импульса с импульсом эталонного генератора. Работа анализатора иллюстрируется временной диаграммой (рис. 1).

При исследовании амплитудного спектра или при измерении амплитуды импульса входной сигнал (1) преобразуется в прямоугольный импульс (2), длительность которого пропорциональна амплитуде входного сигнала. Импульс (2) дифференцируется и передним фронтом (3а) запускает генератор, задающий порог дискриминации (4). Последний задним фронтом (5б) запускает генератор, определяющий ширину канала. Задний фронт преобразованного сигнала (3б) поступает на схему совпадений. Импульс (4) регулируется по длительности, и этим устанавливается порог дискриминации. Из приведенной диаграммы видно, что сигнал на выходе схемы совпадений возникает только в том случае, когда длительность анализируемого импульса T_u удовлетворяет условию:

$$T_n < T_u < T_u + T_k, \quad (1)$$

T_n — длительность дискриминации порога;

T_k — длительность ширины канала.

Использование амплитудно-временного преобразования импульсов для амплитудного анализа дает возможность практически исключить отнесенный дрейф ширины канала [1].

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 2.

Анализируемые импульсы подаются на входной компенсационный делитель (переключатель P_2) с положениями 1:1; 1:10; 1:100.

На лампе L_1 собран фазоинверсный каскад, так как входной усилитель рассчитан на усиление импульсов только положительной полярности. В качестве входного усилителя (L_2, L_3, L_4) использована трехкаскадная усилительная секция с глубокой отрицательной обратной связью для стабилизации коэффициента усиления.

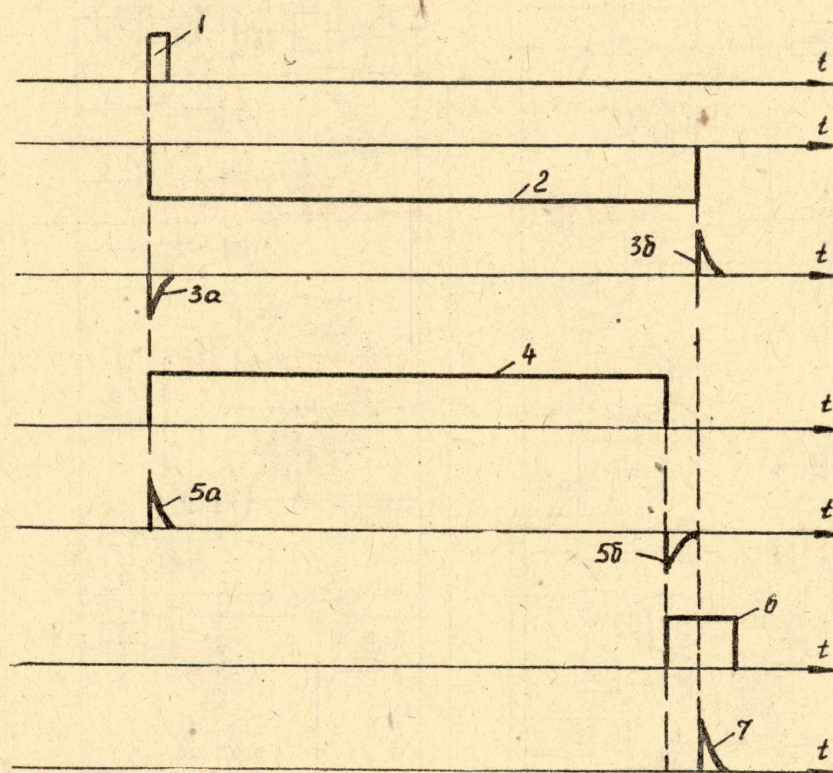


Рис. 1. Временные диаграммы работы стабилизатора

Цепь положительной обратной связи (R_{27}, C_{16}, D_1) передает выходной импульс с катодного повторителя в анодную цепь лампы L_3 так, что во время действия импульса экранное и анодное напряжения повышаются на величину амплитуды импульса, чем достигается увеличение диапазона линейности амплитудной характеристики усилительной секции [1].

С усилителя сигнал подается на схему амплитудно-временной трансформации L_5 и L_6 [2].

Схема работает следующим образом.

Током катодного повторителя через диоды L_{5a} и L_{5b} емкость C_{17} заряжается до амплитудного значения импульса. Разряд емкости осуществляется анодным током лампы L_6 через сопротивление R_{31} . Напряжение обратной связи с сопротивления R_{31} подается на управляющую сетку лампы L_6 .

Благодаря наличию глубокой отрицательной обратной связи ток разряда конденсатора является постоянной величиной. Этим достигается линейность характеристики амплитудно-временного преобразователя.

Импульсы преобразователя, снимаемые с экранной сетки, имеют пологий задний фронт и поэтому подаются на формирующее устройство, выполненное по схеме дискриминатора Шмитта.

Сформированный прямоугольный импульс дифференцируется и через переходный усилитель L_8 запускает передним фронтом

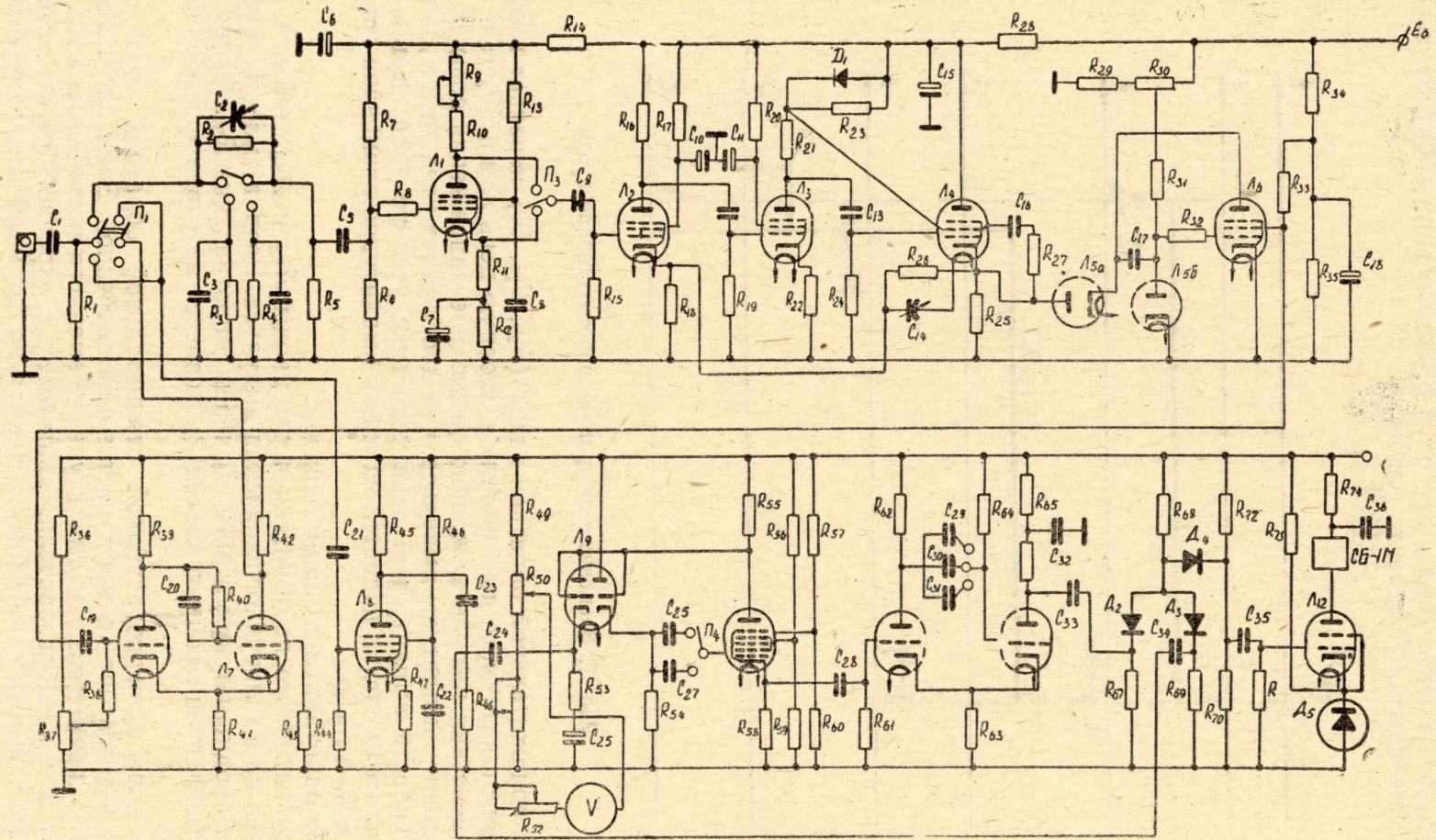


Рис. 2. Принципиальная схема анализатора

фантастронный генератор L_9 и L_{10} , длительность импульса которого определяет порог дискриминации.

Фантастрон, кроме высокой стабильности генерируемых импульсов (нестабильность менее 0,5% [3, 4], что особенно важно для снижения погрешности измерений, имеет большие пределы регулировки длительности импульса.

Длительность импульса фантастрона регулируется скачком при помощи емкостей C_{26} и C_{27} и плавно сопротивлением R_{50} в пределах $20 \div 3000$ мксек. Показывающий прибор V отградуирован в вольтах и микросекундах.

Задним фронтом импульса фантастрона запускается генератор ширины канала L_{11} , собранный по схеме мультивибратора с положительной сеткой. Ширина канала определяется величиной времязадающей емкости и имеет три фиксированных значения: 5, 30 и 100 мксек.

Импульс ширины канала подается на схему совпадений D_2 и D_3 , сюда же поступает продифференцированный задний фронт исследуемого сигнала. При выполнении условия (1) сигнал со схемы совпадений вызывает срабатывание тиратрона L_{12} и счетчика СБ-1М.

При анализе импульсов по длительности входной сигнал через переключатель Π_1 поступает непосредственно на схему временной селекции.

Расчет схем амплитудно-временных преобразователей освещен в литературе недостаточно полно, поэтому методика нахождения параметров схемы преобразователя представляет определенный интерес.

Емкость конденсатора C_{17} выбирается из условия, что за время, равное длительности фронта входного импульса, она должна полностью зарядиться.

$$\tau_{\phi} \geq 5(R_{\text{вых}} + 2R_{\text{пр}})C, \quad (2)$$

где $R_{\text{вых}}$ — выходное сопротивление катодного повторителя,

$R_{\text{пр}}$ — прямое сопротивление диода.

К концу заряда напряжение на емкости станет равным сумме напряжений на катоде лампы L_4 в исходном режиме U_k и амплитуде импульса U_m .

При разряде емкости имеем:

$$U_c = U_k + U_m - \frac{1}{C} \int_0^t i_c dt. \quad (3)$$

В то же время разрядный ток равен току, протекающему по сопротивлению R_{31} , следовательно:

$$i_c = \frac{E_a + |U_q|}{R}, \quad (4)$$

где U_q — потенциал правой обкладки конденсатора, равный смещению на управляющей сетке лампы L_6 в рабочем режиме.

Поскольку для пентодов $|U_g| \ll E_a$, ток разряда является постоянной величиной.

Решая совместно [3] и [4] и считая, что разряд емкости заканчивается, когда напряжение на ней станет снова равным U_k , находим:

$$R = \frac{(E_a + |U_g|)t_u}{U_m C}. \quad (5)$$

При известной амплитуде входного импульса и заданном времени преобразования определяется величина сопротивления R_{31} . Коэффици-

ент преобразования можно изменить, регулируя напряжение E_a потенциометром R_{30} .

Конструктивно анализатор оформлен в виде переносного прибора с питанием от сети переменного тока. На передней панели установлены органы управления: показывающий прибор и электромеханический счетчик импульсов СБ-1М. Размеры прибора $510 \times 260 \times 300$, потребляемая мощность 80 вт.

Анализатор применялся для исследования амплитудного разрешения фотоумножителей при работе от импульсного источника света [5] и определения нестабильности длительности импульса мультивибраторов, применяемых в устройствах задержки. Погрешность измерений, обусловленная в основном нестабильностью преобразования амплитуды в длительность и нестабильность импульса порога дискриминации, составляет около 1%.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Санин. Электронные приборы ядерной физики. М. «Наука», 1964.
2. А. А. Санин, Н. Н. Суханова. «Вестник Московского университета», № 8, 105, 1953.
3. Б. Х. Кривицкий. Элементы и устройства импульсной техники, М. Советское радио, 1961.
4. Г. А. Базь, Г. П. Муромцев и др. Расчет импульсных схем, М. Военное изд-во, 1962.
5. В. В. Матвеев, А. Д. Соколов. Фотоумножители в сцинтилляционных счетчиках. М., Госатомиздат, 1962.
6. В. М. Суставин, М. М. Штейн. Удостоверение о регистрации, № 39811, 1963.